

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ADRIANO BELO DE FRANÇA

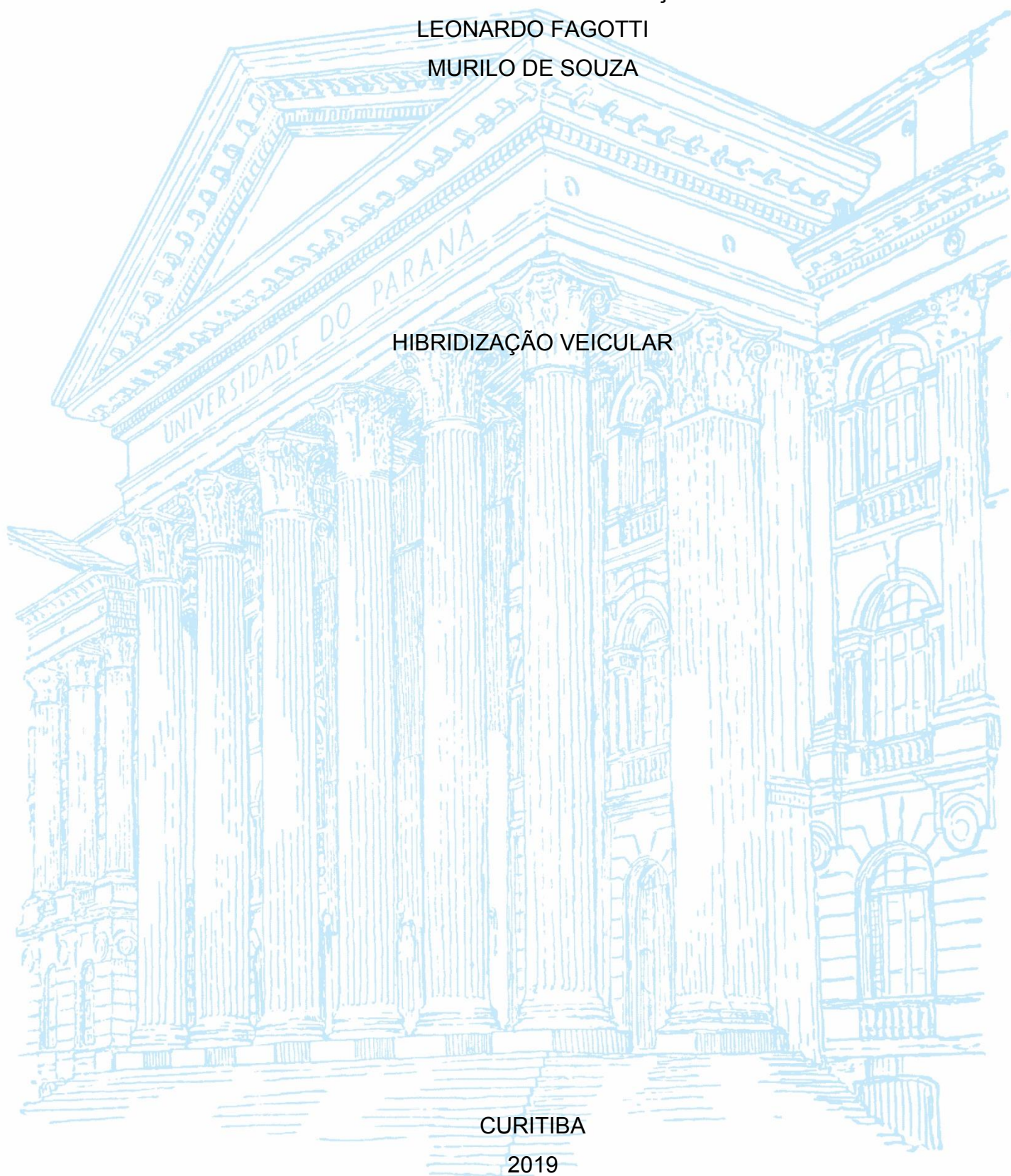
LEONARDO FAGOTTI

MURILO DE SOUZA

HIBRIDIZAÇÃO VEICULAR

CURITIBA

2019



ADRIANO BELO DE FRANÇA
LEONARDO FAGOTTI
MURILO DE SOUZA

HIBRIDIZAÇÃO VEICULAR

Projeto apresentado ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Energias Renováveis e Eficiência Energética.

Orientador: Prof. Dr. Christian Scapulatempo Strobel.

CURITIBA

2019

RESUMO

Este projeto apresenta um método de hibridização para veículos populares, do mesmo modo como são feitas as instalações de *kits* GNV no Brasil, como uma alternativa mais econômica do que os modelos híbridos. O conceito é utilizar motores de corrente contínua sem escova, que trabalham com rotação síncrona, com rotores de ímã permanente nas rodas do eixo traseiro. Incluindo o suporte de baterias para armazenamento e descarga de energia e os controladores de velocidade para garantir a segurança na condução. Há também uma comparação entre o investimento inicial e o retorno financeiro do investidor, os desafios burocráticos para sua legalização, a redução da emissão de gases de efeito estufa, as vantagens e desvantagens técnicas de desempenho do *kit*. Considerando o investimento inicial de R\$ 35.000,00 para a modificação, os resultados são promissores para os motoristas profissionais e mostram a possibilidade do retorno do investimento em cerca de dois anos e meio. Outros fatores podem acelerar este retorno, como os preços dos combustíveis, veículos e seus componentes e a quantidade de km rodados por mês.

Palavras-chave: Hibridização veicular. Veículos populares. Tecnologia automotiva. Motores elétricos. Veículos híbridos.

ABSTRACT

This project presents a method of hybridization for popular vehicles, using the same method as the GNV installation kits in Brazil, as a more economic option than the hybrid models. The concept is to utilize brushless wheel hub motors, working in synchronous rotation, with permanent magnet rotors in the rear axle. Including the support of batteries for energy storage and discharge and the speed controls to ensure the driving safety. There is also a comparison between initial investment and investor payback, the bureaucratic challenges on its legalization, the reduction of greenhouse effect gas emission and technical advantages and disadvantages of the kit's performance. Considering an initial investment of R\$ 35.000,00 for the modification, the results are promising for professional drivers and show possibility of recovering the investment in about two and a half years. Other factors can accelerate the payback, as the prices of fuel, vehicles and their components and the amount of km ridden per month.

Keywords: Vehicular hybridization. Popular vehicles. Automotive technology. Electric motors. Hybrid vehicles.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	OBJETIVO	7
2	ESTADO DA ARTE.....	8
3	MATERIAIS E MÉTODOS	9
4	VIABILIDADE DO PROJETO	12
5	CONCLUSÃO.....	15
	REFERÊNCIAS	16
	ANEXO 1 – CANVAS DO PROJETO	17

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia automotiva é uma das grandes paixões da humanidade. A possibilidade de melhorar a mobilidade, aumentar a segurança e o conforto das pessoas fomentam esse sentimento. Atualmente os veículos dispõem de uma enormidade de recursos que contribuem para o controle de estabilidade e tração, temperatura, pressão dos pneus, alertas de pontos cegos, consumo instantâneo de combustível e, mais recentemente, direção autônoma.

Atualmente mais de 100 milhões de veículos circulam no Brasil, um aumento de aproximadamente 15 milhões de veículos se comparados com os dados de agosto de 2014. Deste total apenas 0,01% são híbridos ou elétricos, ou seja, a grande maioria utiliza os derivados do petróleo como combustível para sua locomoção (DENATRAN, 2019).

Apesar de todos os avanços tecnológicos, o crescimento da frota de veículos vem contribuindo para um aumento na emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. Para se ter uma ideia da dimensão do problema, no período de 2007 a 2017 no Brasil, foram emitidos aproximadamente 16 bilhões de toneladas de CO₂ na atmosfera, com média anual de 1,45 bilhões de toneladas. Deste total, algo em torno de 15% provém da queima de combustíveis fósseis (SEEG BR, 2019).

Com o intuito de reverter este panorama, países de todo o mundo se reúnem anualmente para definir estratégias, discutir metas e apresentar resultados de redução de emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. A conferência das partes (COP21), realizado em Paris entre novembro e dezembro de 2015, por exemplo, traçou como meta limitar o aumento da temperatura média do planeta em 2 °C até o fim deste século.

O COP24 realizado em dezembro de 2018, apontou que a humanidade tem apenas 12 anos para reduzir 45% das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, para que a meta traçada no COP 21 seja cumprida.

Tendo em vista que o setor de transporte tem grande participação na emissão de gases de efeito estufa na atmosfera, os veículos elétricos e híbridos são alternativas reais que têm cada dia mais aceitação dos consumidores. O primeiro veículo elétrico foi construído pelo francês Gustave Trouvé em 1881 (EHSANI et al., 2005). Era um triciclo que utilizava um motor de corrente contínua (DC) e era alimentado por baterias de chumbo-ácido. O veículo e o passageiro juntos pesavam

aproximadamente 160 kg. Nos 20 anos seguintes o interesse neste tipo de veículo aumentou, e foi a partir desta época que os veículos que utilizavam motor à combustão interna (MCI) começaram a competir com os veículos elétricos (VE). Desde então o aprimoramento dos veículos com MCI foi crescente e resultou em motores com maior potência e autonomia, fazendo com que os VE comesçassem a perder competitividade no mercado.

Somente nos anos 70 a preocupação com o meio ambiente chamou atenção. As pesquisas sobre os veículos elétricos aumentaram, porém mesmo com os avanços tecnológicos feitos sobre as baterias e a eletrônica, a autonomia e desempenho ainda eram um empecilho (EHSANI et al., 2005). Os veículos híbridos elétricos seriam uma opção para este problema, pois utilizam dois sistemas de propulsão. O primeiro sistema tem como fonte de energia um combustível fóssil, que alimenta um motor à combustão interna, seguindo o ciclo Otto. Já o segundo sistema tem como fonte a energia elétrica, que alimenta o motor elétrico. Este tipo de veículo tem como premissa otimizar o desempenho do MCI, visto que em regimes de grande variação de rotação, velocidades baixas e em casos de necessidade de alto torque, a propulsão acionada será a elétrica.

1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como proposta o desenvolvimento de um *kit* para transformar veículos de passeio em veículos híbridos, visando fornecer uma solução transitória e mais atrativa economicamente para a população, enquanto alternativas existentes no mercado não atingem.

2 ESTADO DA ARTE

Ao contrário do que se pode imaginar, o conceito do veículo híbrido elétrico é quase tão antigo quanto o próprio automóvel. O objetivo principal, no entanto, não foi diminuir o consumo de combustível, mas auxiliar o motor de combustão interna a obter um nível aceitável de desempenho. De fato, no início, a engenharia do MCI era menos avançada que a engenharia do motor elétrico (EHSANI et al., 2005).

Os primeiros protótipos de veículos híbridos relatados foram apresentados no Salão de Paris de 1899. Eles foram construídos pelo *Établissements Pieper-Liége*, da Bélgica, e pela companhia *Vendovelli and Priestly Electric Carriage*, da França. O protótipo da *Pieper* era um veículo de configuração híbrida paralela, com um pequeno motor à gasolina refrigerado a ar e este era auxiliado por um ME que era alimentado por baterias de chumbo-ácido. Foi relatado que as baterias eram carregadas pelo MCI, quando o veículo estava em ponto-morto ou parado. Quando a potência de acionamento necessária era maior do que a potência fornecida pelo MCI, o ME fornecia esta potência adicional.

Além de ser um dos dois primeiros veículos híbridos, o *Pieper* foi sem dúvidas o primeiro a ter o arranque elétrico. Já o outro, apresentado no Salão de Paris de 1899, foi o primeiro veículo híbrido elétrico de configuração em série, derivado de um VE comercialmente construído pela empresa francesa *Vendovelli and Priestly*. Era um triciclo com as duas rodas traseiras alimentadas por motores independentes. No caso do automóvel francês, o projeto da hibridização foi utilizado para ampliar a distância percorrida pelo veículo elétrico, e não para fornecer potência adicional a um MCI menos potente (WAKEFIELD, 1998).

Em 1900 o professor Ferdinand Porsche revelou seu Lohner Porsche, um VE que possuía os MEs nos cubos das rodas dianteiras. Logo depois o carro apresentava os MEs em todas as rodas e freio nas 4 rodas. Este foi primeiro veículo no mundo a ter este sistema. Um dos destaques de seus primeiros anos como projetista automotivo foi o Lohner – Porsche Semper Vivus, que entrou para a história como sendo o primeiro veículo híbrido funcional, desenvolvido 114 anos atrás (JANISSE; ENGELMAN, 2011).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais identificados para o projeto são os que já estão disponíveis no mercado, porém são pouco divulgados sobre como adaptar num veículo convencional para torná-lo híbrido. O conjunto, de acordo com o fabricante, foi considerado para veículos entre 1200 kg a 1600 kg, a faixa pretendida no projeto para veículos populares.

O dimensionamento adotado tem o propósito de atender valores mínimos aceitáveis de performance do cotidiano urbano, prevalecendo a eficiência energética. Para isso alguns parâmetros foram pré-determinados, como velocidade máxima adotada de 60 km/h e aceleração acima de 1 m/s².

$$\text{Energia Cinética [J]} = (\text{Massa [kg]} \times (\text{Velocidade [m/s]})^2) / 2 \quad (1)$$

$$\text{Potência [W]} = \text{Energia Cinética [J]} / \text{Tempo [s]} \quad (2)$$

$$\text{Aceleração [m/s}^2\text{]} = \text{Velocidade [m/s]} / \text{Tempo [s]} \quad (3)$$

Desse modo foi identificado que a energia cinética despendida se encontra na faixa de 220 kJ e que a potência necessária fica em torno de 16 kW (ou 21 CV). Os valores são condizentes com os de mercado. Algo importante a ressaltar é que não foram consideradas situações adversas, como inclinação ou rugosidade da pista, por exemplo. Para esses casos o sistema convencional está dimensionado para atuar. Abaixo segue o QUADRO 1 de alguns modelos de veículos, dos mais variados graus de hibridização.

QUADRO 1 – COMPARATIVO ENTRE MODELOS DE VEÍCULOS.

Marca/ Modelo	Tipo	Motora Combustão Interna (MCI)	Potência / Torque MCI	Motor Elétrico (ME)	Potência/ torque ME	Peso	Consumo	Autonomia ME	Preço
Audi A6	Híbrido Parcial	gasolina, 3.0 24V, V6, turbo	340 cv 50,1 mk gf	48 V	N/D	1.790 kg	N/D	40 segundos	R\$ 420.000
Audi A7 Sportback	Híbrido Parcial	gasolina, 3.0 24V, V6, turbo	340 cv 50,1 mk gf	48 V	N/D	1.810 kg	N/D	N/D	R\$ 449.000
Audi Q8	Híbrido Parcial	gasolina, 3.0 24V, V6, turbo	340 cv 50,1 mk gf	48 V	N/D	2.145 kg	N/D	N/D	R\$ 509.000
BMW i3	Elétrico	dois cilindros (aciona um gerador elétrico)	39 cv (não aciona rodas)	N/D	170 cv 25,5 mkgf	1.340 kg	N/D	180 km	R\$ 239.950
BMW i8	Híbrido plug-in	gasolina, 1.5 12V, turbo	231 cv 32,6 mk gf	N/D	131 cv 25,5 mkgf	1.485 kg	Cidade 24,2 k m/l Estrada 31,7 km/l	N/D	R\$ 799.950
BMW 530e M Sport	Híbrido plug-in	gasolina 2.0 turbo 16V	184 cv 29,6 mk gf	N/D	113 cv 25,5 mkgf	1.770 kg	N/D	46 km	R\$ 328.950
Fusion Titanium Hybrid	Híbrido	gasolina, 2.0 16V	143 cv 17,8 mk gf	N/D	120 cv 18 mk gf	1.670 kg	Cidade 19,2 k m/l (modo econômico) Cidade 16,8 k m/l Estrada 15,1 km/l	N/D	R\$ 164.900
Mini Cooper Se Countryman All4	Híbrido plug-in	gasolina, 1.5 12V, biturbo (traciona rodas dianteiras)	136 cv 22,4 mk gf	N/D	88 cv 16,4 mkgf (traciona as rodas traseiras)	1.685 kg	47,7 k m/l	elétrico 40 km ou híbrido 500 km	R\$ 199.990
Mercedes-Benz C 200 EQ Boost	Híbrido parcial	gasolina, 1.5 16V, turbo, injeção direta	183 cv 28,5 mk gf	48V	13,3 cv 16,3 mkgf	1.430 kg	10,2 km/l (urbano) e 13,6 k m/l (rodoviário)	N/D	R\$ 228.900
AMG CLS 53 4MATIC+	Híbrido	gasolina, 3.0 24V, biturbo	435 cv 53 mkgf	N/D	22 cv 25,5 mkgf	1.905 kg	6,5 km/l (urbano) e 9,6 k m/l (rodoviário)	N/D	R\$ 599.900
Lexus CT 200h	Híbrido	gasolina, 1.8 16V	99 cv 14,5 mk gf	N/D	82 cv 21 mk gf	1.465 kg	15,7 km/l (urbano) e 14,2 k m/l (rodoviário)	N/D	R\$ 153.300
Lexus NX 300h	Híbrido (com 2 motores elétricos)	diabnteiro gasolina, 2.5 16V	155 cv 21,4 mk gf	N/D	traseiro, 67 cv e 27,5mkgf dianteiro, 143cv e 27,5mkgf	1.850 kg	12,6 km/l (urbano) e 11,1 k m/l (rodoviário)	N/D	R\$ 249.990
Lexus ES 300h	Híbrido	gasolina, 2.5 16V	178 cv 22,5 mk gf	N/D	118 cv 20,2 mkgf	1.680 kg	16,2 km/l (urbano) e 15,4 k m/l (rodoviário)	N/D	R\$ 239.990
Lexus LS 500h	Híbrido	V6 gasolina, 5.5 24V	299 cv 37,5 mk gf	N/D	179 cv 30,6 mkgf	2.200 kg	10,1 km/l (urbano) e 11,5 k m/l (rodoviário)	N/D	R\$ 760.000
Porsche Panamera 4 E-Hybrid	Híbrido plug-in	V6 gasolina, 2.9 24V, biturbo	330 cv 45,9 mk gf	N/D	136 cv 40,8 mkgf	2.170 kg	17,8 km/l (urbano) e 25,7 k m/l (rodoviário)	50 km	R\$ 530.000
Porsche Panamera Turbo S E-Hybrid	Híbrido plug-in	V8 gasolina, 4.0 32V, biturbo	550 cv 78,5 mk gf	N/D	136 cv 40,8 mkgf	2.310 kg	16,5 km/l (urbano) e 22,3 k m/l (rodoviário)	50 km	R\$ 1.233.016
Toyota Prius	Híbrido	gasolina, 1.8 16V	98 cv 14,2 mk gf	N/D	72 cv 16,6 mkgf	1.400 kg	Urbano 23,8 km/l (modo econômico) 18,9 km/l (urbano) e 17,0 k m/l (rodoviário)	N/D	R\$ 125.450
Volvo XC60 T8 R-Design	Híbrido plug-in	gasolina, 2.0 16V, turbo, compressor	320 cv 40,8 mk gf	N/D	Traseiro, 87 cv 24,5 mkgf	2.174 kg	19,0 km/l (urbano) e 20,0 k m/l (rodoviário)	40 km	R\$ 299.950
Volvo XC90 T8	Híbrido plug-in	gasolina, 2.0 16V, turbo, compressor	320 cv 40,8 mk gf	N/D	Traseiro, 87 cv 24,5 mkgf	2.354 kg	21,3 km/l (urbano) e 25,6 k m/l (rodoviário)	40 km	R\$ 509.950
Volvo S90 T8 Inscription	Híbrido plug-in	gasolina, 2.0 16V, turbo, compressor	320 cv 40,8 mk gf	N/D	Traseiro, 87 cv 24,5 mkgf	2.031 kg	21,3 km/l (urbano) e 25,6 k m/l (rodoviário)	40 km	R\$ 365.950

FONTE: QUATRO RODAS (2019).

Os motores elétricos ficarão nas rodas traseiras, o tipo escolhido foi o *hub motor BLDC* de 8 kW para cada roda, que é um motor de corrente contínua sem escova, que trabalha com rotação síncrona, com rotores de ímã permanente. A escolha se deve pelo menor ruído, apresentar maior confiabilidade de operação, maior eficiência, menor perda de transmissão e uma vida útil mais longa, se comparado com

outros sistemas de motores elétricos, como os de escova. Apesar do preço ser mais elevado, para esse tipo de empreendimento o veículo terá maior conforto e durabilidade. Esse tipo de motor também permite receber energia através de freios regenerativos, com isso, além da alimentação do motor de combustão interna, haverá mais um modo de se reaproveitar fontes de energia que seriam descartadas, aumentando a eficiência do conjunto.

Para que haja um bom funcionamento do motor, será necessário um controlador eletrônico de velocidade em cada *hub*. Assim, em diferentes regimes do veículo, haverá um retorno adequado do motor elétrico para o conforto e segurança de operação. O modelo escolhido é o APT 96600. Outro ponto a dimensionar é o tamanho da roda para acoplamento do motor. No modelo proposto será adotado o aro 15" como padrão, com pneus do tipo 195/55R15. Essa parte do conjunto espera-se um acréscimo na massa em 50 kg.

Para o dimensionamento da bateria, o fabricante determina que, para regimes de velocidade em torno de 60 km/h, será necessário um conjunto que forneça 48 V e 300 Ah para uma autonomia de 200 km. Essa autonomia garantirá para quem utiliza o veículo, como trabalho, uma média de 5000 km/mês. Como este sistema tem como objetivo o auxílio do sistema convencional para baixas velocidades, será adotado para o projeto o dimensionamento de 48 V e 150 Ah, para ter metade da autonomia diária. No esgotamento dessa fonte, o veículo voltará a operar no regime tradicional. Nesse caso o que se encontra com mais facilidade no mercado são opções de tamanhos menores. Por isso decidiu-se por baterias comuns de veículos, como as de chumbo-ácido, pois as concorrentes de lítio, embora sejam mais leves, apresentam um elevado custo que incompatibilizam com a faixa de investimento que se deseja abordar. Para o caso será escolhido um conjunto de 4 baterias em série, de 12 V e 150 Ah cada, resultando nos 48 V e 150 Ah. A locação dessas baterias pode ser no porta-malas para oferecer melhor distribuição de massa do veículo ou dividido com a parte da frente do veículo para salvar algum espaço na parte traseira. A massa do conjunto de baterias será de 160 kg e o espaço ocupado por cada uma é de 51,2 cm de comprimento, 21,1 cm de largura e 23,8 cm de altura. A distribuição dessas quatro baterias em série pode ser feita conforme o espaço disponível. Com isso se obtém o modelo híbrido do automóvel.

4 VIABILIDADE DO PROJETO

Para alterações de características em veículos automotores, primeiro deve-se seguir a legislação vigente no Brasil. Para a ideia proposta deste projeto, a Resolução Contran n° 291 de 2008 trata especificamente sobre a regularização para transformações. No anexo II encontra-se uma tabela que determina quais modificações deverão ser aplicadas à norma. Esse anexo está atualizado na Portaria Denatran n° 160 de 2017. O item 20 deste anexo evidencia a obrigatoriedade de se buscar homologação perante o Denatran para a instalação de um sistema de tração em outro eixo, além do original. A autorização infelizmente atende a apenas um critério de modificação para cada modelo/versão específico do veículo. A seguir, os passos para se obter a licença para transformação.

Começa-se por identificar uma empresa, acreditada pelo Denatran e Inmetro, que realiza inspeção de segurança veicular e que tenha autorização para atender homologação de empresas transformadoras de veículos. Esta empresa estará encarregada de seguir o rito exigido destes órgãos fiscalizadores, através de testes com protótipos, com intuito de se obter documentação necessária para posterior avaliação do Denatran e Inmetro. Esse processo tende a demorar por volta de um a dois anos. Os motivos desta variação dependem, além da própria demanda, de quais modificações e quais etapas serão exigidas. Em alguns casos é necessário contatar o Conama, caso haja alteração do sistema de exaustão do veículo. Em outros podem-se demandar testes de frenagem, caso seja constatado grande alteração na distribuição de massa, um aumento significativo de massa ou outro motivo que possa comprometer o desempenho deste sistema de segurança. Às vezes é exigido que um avaliador autorizado do Denatran esteja presente. O que além de ter que esperar pela disponibilidade, acarretará em acréscimo nos custos legais e técnicos.

Realizando o levantamento de custos das peças, do serviço e legalização da instalação, sob o ponto de vista do consumidor final, o investimento do usuário gira atualmente em torno de R\$ 35 mil. Foram considerados os custos de dois motores elétricos nas rodas traseiras, controladores, velocímetro e outras peças, considerando flutuações do dólar, taxas de importação, baterias, custos de mão-de-obra, legalização, responsabilidade e margem de lucro. Se as taxas de importação forem isentadas, o que normalmente giram em torno de 60% sobre o valor do produto, o investimento pode reduzir de R\$ 35 mil para R\$ 30 mil.

O comparativo abaixo foi uma estimativa de veículos que trafegam em torno de 5000 km/mês. Similar a um perfil de motoristas de aplicativo ou de taxistas. Comparando com o consumo economizado, por volta de dois anos e meio haverá reembolso do investimento, considerando o cenário com taxas de importação. Segue abaixo, no QUADRO 2, um comparativo sucinto para retorno de investimento entre os combustíveis disponíveis no mercado com o *kit* de hibridização:

QUADRO 2 – COMPARATIVO ENTRE CONSUMO E RETORNO DE INVESTIMENTO.

comb	km/l	R\$/l	km/m	R\$/m	R\$ mod	R\$ ec. m	ret. m	ret. a
G	10,0	3,968	5000	1984,00	-	-	-	-
E	7,0	2,759	5000	1970,71	-	-	-	-
GNV	13,0	3,132	5000	1204,62	5000	779,38	7,96	0,66
Híb.	25,0	3,968	5000	793,60	35000	1190,40	30,07	2,51

Fonte: Os autores (2019).

Explicando a tabela acima, na primeira coluna estão os combustíveis gasolina, etanol, GNV e a hibridização proposta. Na segunda coluna estão os consumos médios de um carro popular, em km/l dos combustíveis líquidos e km/m³ para o GNV. O consumo adotado da hibridização representa o consumo do combustível líquido em marcha lenta, em regime de alimentação das baterias, trafegando em média 25 km em uma hora na cidade. Em seguida encontram-se os preços por litro (ou por m³) de cada combustível. Vale ressaltar que o aumento do preço dos combustíveis tende a acelerar o retorno do investimento da hibridização. Na quarta coluna foi definido o uso médio do veículo em km por mês, seguindo o perfil do motorista. Quanto maior o uso, mais rápido será o retorno. Na quinta coluna apresenta o resultado em gasto mensal. Em seguida o custo da modificação do veículo para o combustível desejado. Depois a economia mensal em relação aos combustíveis líquidos. Por fim as colunas que tratam do retorno do investimento em meses e em anos, respectivamente. O retorno financeiro ainda pode ser acelerado se a isenção de IPVA e de outros impostos, para produtos e serviços que favoreçam na eficiência energética e no uso de energias renováveis, atingirem também sobre esse tipo de modificação.

Outro ponto importante é que o motor operará num regime mais constante de rotação. Assim o sistema de transmissão e o motor apresentarão menor desgaste e consequente maior vida útil. Embora os freios e pneus passarão a ser mais exigidos,

devido ao acréscimo de massa, o veículo estará dentro da margem de segurança que as fabricantes consideram em automóveis, com capacidade de carga de 400 kg. Assim como a instalação do *kit* GNV, certamente esse acréscimo de massa não afetará a estrutura do veículo. Considerando que não haverá perfurações na lateria, como é feito para a fixação do suporte para o GNV nem perfurações no motor para admissão de gás, que embora seja um gás limpo, não é renovável. A hibridização é um sistema que interfere menos no funcionamento do automóvel. Outro ponto é que o automóvel terá mais um eixo auxiliando na tração, diferente dos usuários de GNV que normalmente reclamam com perda de potência.

Atualmente é fácil identificar veículos híbridos de fábrica, com custos médios de R\$ 120 a R\$ 150 mil, se partir dos modelos mais básicos. Ao compararmos com a aquisição de um veículo na faixa de R\$ 50 mil, com o posterior processo da hibridização, atingiria o valor aproximado de R\$ 85 mil. Uma economia de praticamente um veículo popular. Outro ponto a se considerar é a economia média de 60% menos dióxido de carbono que será emitido nesse período, ao se comparar com um automóvel comum.

Já sob o ponto de vista do investidor, seria necessário um aporte de R\$ 300 mil para iniciar os testes de homologação dos primeiros modelos de veículos, assim como estabelecer um ponto comercial, de regularizar a empresa perante órgãos fiscalizadores e na aquisição de equipamentos essenciais para funcionamento da empresa. Ao longo do tempo estima-se outros aportes a fim de se sustentar durante o processo de novas homologações e de se firmar no mercado. Projetando aproximadamente dois anos até que toda parte burocrática e regulatória se finalize, e que a empresa obtenha amparo legal para exercer o serviço, estima-se que é possível obter o valor presente líquido (VPL) do projeto de 15%, com R\$ 1.150.000, com uma taxa interna de retorno (TIR) de 13,25% e com um *payback* por volta de três anos e meio.

5 CONCLUSÃO

No momento pode-se entender que as exigências normativas para se regularizar a hibridização não está em um ambiente totalmente propício, embora as especulações e a preferência popular sejam influenciadores para que, em médio prazo, esse quadro possa ser melhorado. O fato é que tantos custos regulatórios, etapas demasiadamente longas de autorização e repetições dessas mesmas etapas para modelos similares, elevam o aporte inicial e retardam o retorno financeiro da empresa e do investidor. O caminho infelizmente ainda é burocrático, demorado e oneroso. Mas o potencial latente é perceptível.

Um ponto crucial também são as baterias. O volume e massa acrescentados ao veículo ainda são pontos a serem melhorados. Caso as de lítio se tornem mais em conta ou alguma outra tecnologia supra essa necessidade, certamente será um impulsionador para novos projetos nessa linha. Aos consumidores e investidores mais arrojados, compensaria um investimento inicial maior e buscar pessoas jurídicas como clientes para amortizar mais rapidamente esse custo de projeto. Aos mais conservadores, o ideal seria arriscar quando houver mais iniciativas de governos federal, estadual e municipal, seja pelos incentivos fiscais, bem como de tornar mais eficaz e simples o processo para regularização da empresa e do serviço prestado. Há a perspectiva de isenção fiscal e redução nos impostos pagos pelos consumidores assim como há em alguns estados para o uso do Gás Natural Veicular. No estado do Paraná por exemplo, o veículo equipado com o *kit* de gás natural veicular recolhe apenas 1% de taxa de IPVA, em detrimento dos 3,5% dos veículos convencionais. No mesmo estado também foi sancionada a LEI 19.971, que isenta os veículos puramente elétricos do recolhimento do IPVA. Portanto, não somente os *kits* de hibridização, mas os veículos híbridos fabricados pelas grandes montadoras dependem destes incentivos para se tornarem mais viáveis economicamente e se firmarem no mercado nacional.

REFERÊNCIAS

BENTO, J.P.M. **Análise da viabilidade de adaptação de motores elétricos nos cubos de rodas traseiras de veículos de passeio**. Monografia. Curso de graduação em Engenharia Automotiva. Departamento de Engenharia, Universidade de Brasília, 2014.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução nº 291, de 29 de agosto de 2008**. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao_contran_291.pdf/view>. Acesso em: 16 set. 2019.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. **Portaria nº 160, de 26 de julho de 2017**. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/@@search?SearchableText=Portaria1602017.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2019.

EHSANI, M. et al. **Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles - Fundamentals, Theory, and Design**. First edition. [S.l.: s.n.], 2005.

ELECTRONICA PT. **Associação Baterias**. Disponível em: <<https://www.electronica-pt.com/associacao-baterias>>. Acesso em: 19 set. 2019.

JANISSE, S.; ENGELMAN, D. **Prof. Ferdinand Porsche created the first functional hybrid car**. In: AMERICA, P. C. N. (Ed.). [S.l.: s.n.], 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Assinatura do Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)**. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt-br/canais_atendimento/imprensa/notas-a-imprensa/assinatura-do-acordo-de-paris-sob-a-convencao-quadro-das-nacoes-unidas-sobre-mudanca-do-clima-unfccc>. Acesso em: 05 set. 2019.

QUATRO RODAS. **Guia**: conheça todos os carros híbridos e elétricos à venda hoje no Brasil. Disponível em: <<https://quatorrodas.abril.com.br/especial/guia-conheca-os-carros-hibridos-e-eletricos-que-voce-ja-pode-comprar/>>. Acesso em: 04 set. 2019.

STA – Sistemas e Tecnologia Aplicada. **Ligando Várias Baterias – Dicas Úteis**. Disponível em: <<http://www.sta-eletronica.com.br/artigos/baterias-em-geral/packs-de-baterias/ligando-varias-baterias-dicas-uteis>>. Acesso em: 19 set. 2019.

WAKEFIELD, E. **History of the electric automobile**: Hybrid electric vehicles. In: (SAE), S. of A. E. (Ed.). [S.l.: s.n.], 1998.

ANEXO 1 – CANVAS DO PROJETO

01

Hibridização de veículos

Problema / Necessidade

- COP 24: Até 2025, Brasil deve reduzir 37% emissão CO2 em relação a 2005;
- Dados do MME e MMA apontam: automóveis são responsáveis por 32% das emissões de GEE (~67MtCO2ec) de toda a matriz energética brasileira;
- Preço dos híbridos/elétricos de fábrica;
- Baixa eficiência dos MCI;
- Preço da gasolina.

Requisitos / Viabilidade

- Projeto para cada modelo de veículo;
- Aquisição e transformação de um protótipo;
- Testes de acordo com Denatran e Inmetro;
- Obtenção de certificado.
- De 2017 até 07/19 foram vendidos 5 mil de veículos;
- Onix, HB20, KA, Gol e Prisma representam 27% do total;
- Em média 700 mil motoristas de táxi/aplicativos no Brasil;
- Copel preparada para um crescimento de 700% na frota de veículos elétricos.

equipe

- Adriano Belo de França
- Leonardo Fagotti
- Murilo de Souza

ideia

- Kit de propulsão elétrica nos veículos 4X2;
- Comutação automática entre os modos de tração;
- Uso do sistema em condições severas do dia a dia;
- Opção para modo de tração integral 4x4;
- Uso do MCI em regime ótimo de operação.

User Experience & Público Alvo

- Público Alvo:
 - Retorno do cliente;
 - Diminuição do consumo;
 - 2,5 anos de payback;
 - Menor custo manutenção;
 - Veículo mais silencioso;
 - Menor emissão poluentes;
 - Futuras isenções fiscais etc.
- Frotistas;
- Cooperativas;
- Motoristas de aplicativo;
- Taxistas;
- Entusiastas etc.

comb	km/l	RS/l	km/mi	RS/mi	RS mod	RS ec. mi	ret. mi	ret. a
Et	18,6	3,568	5000	1884,00	-	-	-	-
E	7,0	2,759	5000	1970,71	-	-	-	-
GVN	13,8	3,332	5000	1204,62	5000	779,38	7,96	0,50
Mib.	25,0	3,568	5000	793,60	15000	1190,40	30,07	2,51

- Veículo híbrido mais barato no Brasil: R\$ 130 mil.
- Hibridização: R\$ 35 mil!

Monetização e/ou Investimento

- Ampliar vida útil de embreagem, caixa de câmbio etc.;
- Redução de consumo em torno de 60%;
- A cada 50 carros hibridizados, serão 122 ton. a menos de CO2 na atmosfera já no 1º ano de circulação!
- Payback 3,5 anos.

Investim ento: R\$ 300.000

TIR

13,25%

VPL do projeto

±5%

RS 1.151.552,59

±8%

RS 918.297,63

CANVAS ideação

Pós UFRP: um futuro melhor para as crianças

CANVAS ideação